



Application de la méthode des transformateurs saturés à la mesure et régulation du champ magnétique d'un spectromètre β à double focalisation $\pi \sqrt{2}$ avec noyau de fer

J.S. Dionisio, C. Guterman

► To cite this version:

J.S. Dionisio, C. Guterman. Application de la méthode des transformateurs saturés à la mesure et régulation du champ magnétique d'un spectromètre β à double focalisation $\pi \sqrt{2}$ avec noyau de fer. Colloquium on experimental methods in nuclear physics and particle physics, 1968, Strasbourg, France. pp.195-197, 10.1051/rphysap:0196900402019500 . jpa-00243215

HAL Id: jpa-00243215

<https://hal.science/jpa-00243215>

Submitted on 1 Jan 1969

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APPLICATION DE LA MÉTHODE DES TRANSFORMATEURS SATURÉS A LA MESURE ET RÉGULATION DU CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN SPECTROMÈTRE β A DOUBLE FOCALISATION $\pi\sqrt{2}$ AVEC NOYAU DE FER

J. S. DIONISIO,

Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse du C.N.R.S.,

et C. GUTERMAN,

Institut de Physique Nucléaire, Laboratoire Joliot-Curie, Orsay.

Résumé. — On décrit un nouveau magnétomètre pour mesurer les champs magnétiques constants ou lentement variables dans l'intervalle de variation entre 10^{-4} et 3×10^2 Oe. La précision relative est supérieure à $2,5 \times 10^{-5}$ entre 7 et 300 Oe. Le champ magnétique d'un spectromètre β à double focalisation $\pi\sqrt{2}$ du type Siegbahn-Svartholm est stabilisé par un servomécanisme. On utilise comme signal d'erreur la différence entre une tension proportionnelle au champ d'induction magnétique et une tension de référence.

Abstract. — A new device, derived from the flux gate method, is described. This instrument can be applied to the measurement of constant or slowly varying magnetic fields in the range between 10^{-4} Oe and 3×10^2 Oe. Its accuracy is, at least, $2,5 \times 10^{-5}$ between 7 and 300 Oe. The magnetic field of a double focusing $\pi\sqrt{2}$ magnetic β spectrometer of the Siegbahn-Svartholm type is stabilized with an accuracy of the same order of magnitude using the error signal between the voltage proportional to the magnetic field induction and the reference voltage.

I. Introduction. — Il y a un grand nombre de méthodes de mesure et de régulation précises des champs magnétiques intenses. Cependant, elles ne sont pas adaptées, en général, à la stabilisation et à l'exploration des champs magnétiques hétérogènes d'intensités supérieures à 10 Oe et de gradients compris entre 0 et 4 Oe/cm.

Nous décrivons sommairement une application de la méthode des transformateurs saturés à la mesure et à la régulation du champ magnétique d'un spectromètre β à double focalisation $\pi\sqrt{2}$, du type Siegbahn-Svartholm, à noyau de fer, suivie d'une étude comparative des diverses méthodes de mesure.

II. Description du magnétomètre et de la régulation.

— La figure 1 représente les schémas fonctionnels du magnétomètre et du système d'asservissement de l'alimentation principale de l'électroaimant du spectromètre.

Le magnétomètre est constitué essentiellement par les organes suivants :

1) une sonde exploratrice, SE (Hewlett-Packard 3529 A ou C 16) jouant le rôle de détecteur de zéro pour la différence $\varepsilon_B = B_e - B'$ entre le champ d'induction extérieur, B_e , et le champ compensateur, B' ;

2) une unité électronique (Hewlett-Packard 428 BR)

associée à la sonde et caractérisée par une fonction de transfert T , donnant un signal d'erreur $\varepsilon_0 = T\varepsilon_B$;

3) une chaîne d'amplificateurs opérationnels continus A_0, A_1, A_2, A_3 ayant une double fonction : α) amplifier le signal d'erreur ε_B du magnétomètre; β) asservir le courant I_s traversant le solénoïde de compensation, SC, du champ extérieur à la tension V_{SH} , appliquée aux bornes d'un shunt ayant une grande stabilité thermique R_{SH} . La première fonction est réalisée à l'aide d'un amplificateur stabilisé par chopper (A_0) et la deuxième par les autres amplificateurs (A_1, A_2 et A_3) fonctionnant respectivement comme filtre passe-bas, inverseur et amplificateur de puissance;

4) un solénoïde de compensation ($\varnothing_{int} = 8,1$ mm, $\varnothing_{ext} = 21,5$ mm; $l = 42$ mm, $N = 787$ tours de fil de Cu, $\varnothing = 0,6$ mm) caractérisé par une fonction de transfert G telle que $B' = \mu_0 G I_s$;

5) un voltmètre digital de haute précision, grande linéarité et rapidité, susceptible d'être intégré dans un système de commande et enregistrement automatique des mesures du champ (Dynamco DM 2023).

La mesure du champ d'induction magnétique extérieur, B_e , se ramène donc à une mesure de la tension électrique continue $V_{SH} = KB_e$ avec $K \simeq R_{SH}/\mu_0 G$. Le paramètre K représente la fonction de transfert du magnétomètre. Son degré de stabilité est de l'ordre de $2,5 \times 10^{-5}$.

TABLEAU I

COMPARAISON DES MÉTHODES DE MESURE DU CHAMP MAGNÉTIQUE DES SPECTROMÈTRES β

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	BC	BT (HS)	DBT (THS)	EH (THP)	RMN (He-TBT)	RMN (MDNCL)	RME	TS	TS (CEC)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gamme mesure 10^{-3} — 1 — 3×10^2 Oe	— — +	— + +	— + +	— — +	— — +	— + —	— — +	+ + —	+ + +
Précision relative $\geq 10^{-4}$	(—) (—) —	(—) — —	(—) — +	(—) (—) +	(—) (—) +	(—) + (—)	(—) (—) —	— — (—)	— + +
Rapidité $\gtrsim 1$ mes/s	—	+	+	+	+	+	+	+	+
Sensibilité vis-à-vis de l'orientation de la sonde	+	+	+	+	—	+	—	+	+
Zone sensible petites dimensions	— —	+	+	+	—	—	—	+	+
Petite influence du gradient du champ sur la mesure	— —	+	+	+	—	—	—	+	+
Faible sensibilité aux variations de température	+	+	+	—	(—)	+	+	—	—
Faible perturbation sur le champ extérieur	+	+	+	+	+	+	—	+	+
Faible perturbation due à l'interaction des sondes	+	+	+	+	+	+	—	+	+
Grand nombre de degrés de liberté	—	—	—	+	+	+	+	+	+
Faible perturbation due aux contacts électriques	+	—	—	+	+	+	+	+	+
Faible encombrement	—	—	—	+	+	+	+	+	+
Adaptation facile à la commande et à la régulation automatique	— —	+	+	+	—	—	—	+	+
Difficultés { Mécanique	—	—	—	+	+	+	+	+	+
de réalisation { Électrique	+	+	+	—	—	—	—	—	—

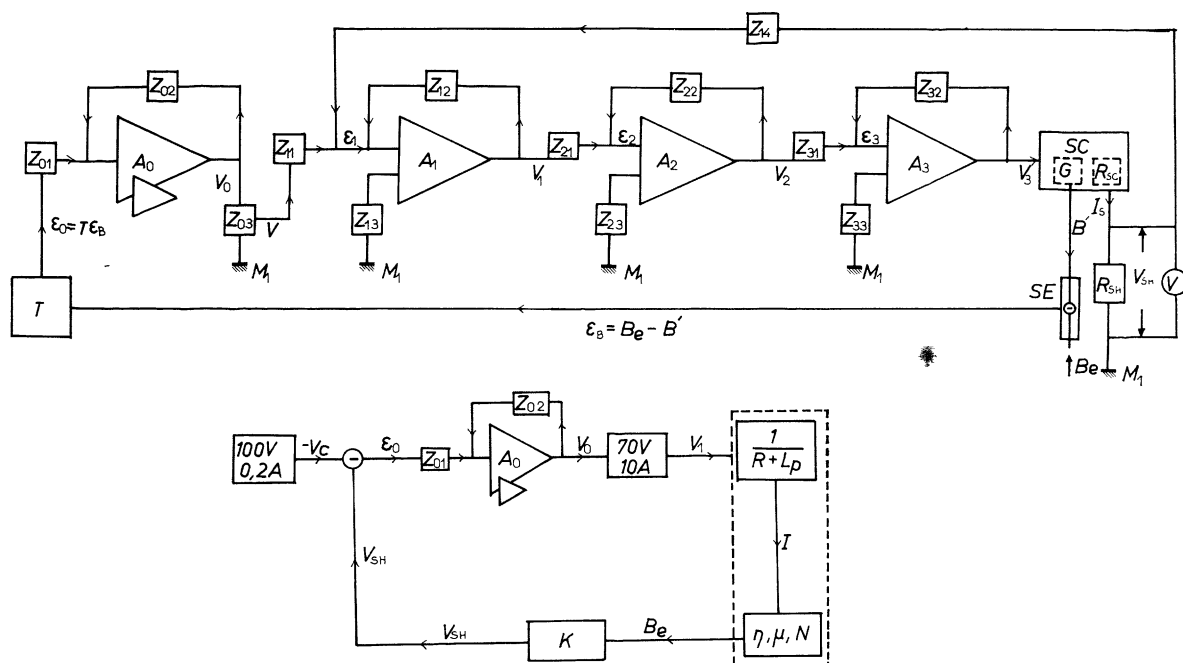


FIG. 1.

Les principaux organes du système d'asservissement de l'alimentation principale de l'électroaimant du spectromètre sont les suivants :

- 1) le magnétomètre décrit ci-dessus;
- 2) une alimentation étalon (Princeton Applied Research T (100.2 BR)) ou un diviseur de tension à relais, programmable (Julie Research Laboratories RVD 105 B), donnant une tension très stable qui est comparée à la tension de sortie du magnétomètre $V_{SH} = KB_e$;
- 3) un amplificateur opérationnel stabilisé par chopper (Burr Brown 1538 A ou 3010) et son circuit de contre-réaction fonctionnant essentiellement comme comparateur de tension;
- 4) l'alimentation principale de l'électroaimant donnant soit un courant, soit une tension continue stabilisée avec commande manuelle ou à distance (Drusch ALSF 60-10);
- 5) l'électroaimant du spectromètre constitué par un ensemble de six bobines enroulées autour du noyau central (caractérisé par R , L , η , μ et N).

Avec ce système, on atteint une stabilité de $2,5 \times 10^{-5}$ à court terme et meilleure que 10^{-4} pour des mesures continues réalisées pendant plusieurs heures.

III. Comparaison des méthodes de mesure. — Le tableau I indique les caractéristiques requises des méthodes de mesure du champ magnétique du point de vue de leur application à la spectrométrie β et leur degré de vérification pour quelques exemples typiques; balance Cotton (BC), bobine tournante de haute sensibilité BT (HS), double bobine tournante de très haute sensibilité DBT (THS), effet Hall de très haute précision EH (THP), résonance magnétique nucléaire et ses variantes de très basse température RMN (He TBT) et du maser à deux niveaux et à courant liquide RMN (MDNCL), résonance magnétique électronique RME; transformateurs saturés TS et la variante à champ extérieur compensé TS (CEC). De l'examen de ce tableau, on conclut que, dans l'état du développement technique des méthodes de mesure du champ magnétique, la méthode des transformateurs saturés avec le champ extérieur compensé semble le mieux satisfaire les conditions imposées par les applications spectrométriques.

Une description plus détaillée de cet ensemble électronique suivie d'une discussion plus approfondie des caractéristiques comparées de ces diverses méthodes de mesure paraîtra ultérieurement [1].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DIONISIO (J. S.) et GUTERMAN (C.), *Nucl. Instr. Methods*, 1969, **67**, 213.